



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑩ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 199 04 126 A 1

⑩ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
A 61 F 2/36

DE 199 04 126 A 1

⑪ Aktenzeichen: 199 04 126.1  
⑪ Anmeldetag: 3. 2. 1999  
⑪ Offenlegungstag: 10. 8. 2000

⑪ Anmelder:  
CeramTec AG, 73207 Plochingen, DE

⑪ Erfinder:  
Pfaff, Hans-Georg, Dipl.-Ing., 73760 Ostfildern, DE;  
Debruyckere, Michel, Knokke-Heist, BE

⑪ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 20 493 C1  
DE-PS 9 76 768  
DE-PS 9 23 383  
DE-PS 8 76 739  
DE 196 29 322 A1  
DE 38 40 471 A1  
DE 30 17 953 A1  
GB 21 66 359 A  
GB 7 64 600  
GB 7 19 308  
US 49 76 740  
EP 04 85 326 A1  
EP 02 28 523 A1  
WO 98 07 393 A1  
WO 89 11 837 A1

SUTTER,F., u.a.: Entwicklung einer Hohlzylinder-  
Schalenprothese als Femurkopfersatz. In: med.-  
orthop.-Techn. 4/82, S.103-108;

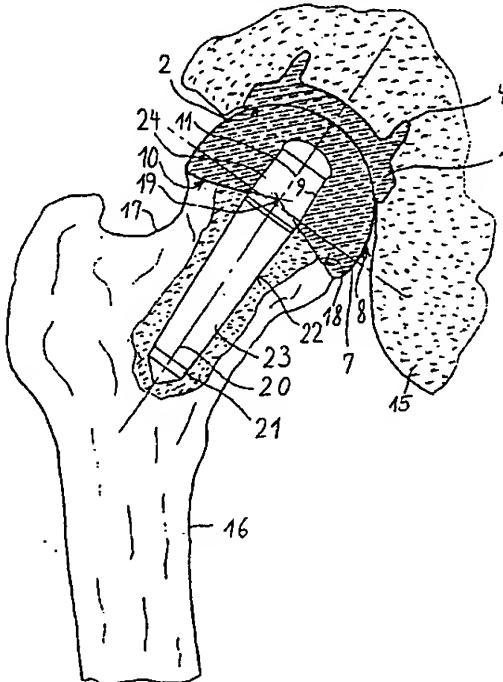
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑩ Hüftendoprothese, in der mindestens die Artikulationsfläche des Femurkopfes ersetzt ist

⑩ Je nach dem Grad des Verschleißes eines Hüftgelenks und der Lebenserwartung des Patienten wird ein entsprechender Ersatz der Knochensubstanz der Gelenkpartner durch Prothesen vorgenommen, um dadurch die Gelenkfunktion wiederherzustellen. Insbesondere ein Totalersatz, d. h. die Implantation einer Pfanne sowie der Ersatz des Femurkopfes, führt zu einem tiefgreifenden Eingriff in die Knochensubstanz mit entsprechendem Knochenverlust. Aus diesem Grund wird stets versucht, die Knochensubstanz und ihre Lebensfähigkeit weitestgehend zu erhalten.

Erfindungsgemäß wird deshalb vorgeschlagen, daß der Femurkopf im wesentlichen durch einen künstlichen Kopf in Form einer massiven, vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff bestehenden Kugel (7) ersetzt ist, daß die Abmessungen der Kugel (7) den Abmessungen der Artikulationsfläche des natürlichen Femurkopfes angeglichen sind und daß die Kugel (7) mittels eines Stiftes (22) im Oberschenkelhalsknochen (17) verankert ist.

Fällt das Acetabulum als natürliche Artikulationsfläche für den künstlichen Femurkopf, der Kugel (7), fort, wird in dem Hüftknochen (15) eine künstliche Pfanne (1) implantiert.



DE 199 04 126 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hüftendoprothese entsprechend dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

Je nach dem Grad des Verschleißes eines Hüftgelenks und der Lebenserwartung des Patienten wird ein entsprechender Ersatz der Knochensubstanz der Gelenkpartner durch Prothesen vorgenommen, um dadurch die Gelenkfunktion wieder herzustellen. Wenn die Hüftgelenkpfanne noch intakt ist, kann der vollständige oder auch nur teilweise Ersatz des Femurkopfes ausreichen. Bei Verschleiß, der beide Gelenkpartner betrifft, ist ein Totalersatz beider Gelenkpartner, sowohl durch die Implantierung eines künstlichen Femurkopfes als auch durch die Implantierung einer Hüftgelenkpfanne, erforderlich. Insbesondere ein Totalersatz führt zu einem tiefgreifenden Eingriff in die Knochensubstanz mit entsprechendem Knochenverlust. Aus diesem Grunde wurde stets versucht, die Knochensubstanz und ihre Lebensfähigkeit weitestgehend zu erhalten.

Aus der US-PS 3,521,302 ist es bekannt, in den Beckenknochen eine Pfanne einzusetzen, die mittels eines in den Beckenknochen einzementierten Stiftes gehalten wird. Die Artikulationsfläche des Femurkopfes wird durch eine dem Femurkopf angepaßte Kappe ersetzt, die ebenfalls mittels eines in die verbleibende Knochensubstanz des Femurkopfes einzementierten Stiftes fixiert wird. Bei der Bearbeitung des Femurkopfes zur Anpassung einer Kappe werden in der Regel die Versorgungsgefäße des Oberschenkelhalses weitgehend zerstört. Dadurch ist die Versorgung des unter der Kappe liegenden Knochenstumpfes nicht mehr gewährleistet. Insbesondere bei Kappen mit großflächiger Abdeckung des Knochengewebes besteht die Gefahr, daß sich das Knochengewebe zurückbildet und die Kappe sich lockert.

Aus der DE-PS 11 64 019 ist eine Prothese für den Femurkopf bekannt. Sie hat die Form einer Hohlkugel, besteht aus einem biokompatiblen Metall und ist mit an ihrer Innenfläche verschweißten Stiften im Oberschenkelhalsknochen verankert. Beim Aufsetzen der Kappe müssen die Stifte aufgrund ihrer Stellung genau und in der richtigen Zuordnung auf die Löcher ausgerichtet werden. Die Kopfprothese wird durch ins Innere der Hohlkugel eingefüllten aushärtbaren Kunststoff an die Knochenfläche angepaßt. Der Kunststoff soll außerdem durch seine isolierende Wirkung gegebenenfalls korrodierende Einflüsse zwischen den Stiftbefestigungen, d. h. zwischen den Schweißstellen im Kugellincken, unterbinden. Zur Befestigung der Prothese ist eine Vorrichtung erforderlich, mit der es möglich ist, die Löcher zum Verankern der Stifte an den richtigen Stellen in den Oberschenkelhalsknochen zu bohren. Die Löcher durchdringen den gesamten Knochen, was bei den drei in der Regel vorgesehenen Stiften zu einer entsprechenden Schwächung der Knochensubstanz führt. Das Füllen der Hohlkugel mit Kunststoffmasse muß sorgfältig erfolgen, damit keine Hohlräume entstehen. Außerdem muß die Menge des Kunststoffs so bemessen sein, daß sich bei ihrem Aushärten die Position der Kappe, beispielsweise durch Anheben, nicht ändert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Hüftendoprothese vorzustellen, bei deren Einsatz der Knochenverlust auf ein notwendiges Minimum beschränkt wird, um insbesondere bei jungen Patienten mit langer Lebenserwartung einen Knochenbestand zu erhalten, auf dem bei einer fälligen Reoperation zurückgegriffen werden kann.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs, vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Mit der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese ist es möglich, je nach dem Stadium des Verschleißes, die Gelenkpart-

ner entsprechend zu ersetzen. Ist das Acetabulum in einem Zustand, der seine Funktion als Gelenkpartner noch zuläßt, wird der Femurkopf im wesentlichen in dem Teil ersetzt, der die Artikulationsfläche umfaßt. Dabei erfolgt der Ersatz erfindungsgemäß durch eine massive Kugel, die vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff besteht. Diese Kugel ist in ihren Abmessungen den Abmessungen der Artikulationsfläche des natürlichen Femurkopfes angeglichen. Gegenüber Hohlkugeln oder Kappen hat eine massive Kugel den Vorteil, daß sie sich bei Belastungen nicht verformen kann. Außerdem wird, im Gegensatz zu Kappen, eine großflächige Abdeckung des Knochengewebes mit den oben aufgeführten Nachtcilen vermieden. Die Befestigung erfolgt mit nur einem Stift im Oberschenkelhalsknochen, so daß die Knochensubstanz nur an einer Stelle angebohrt werden muß.

In vorteilhafter Weise erfolgt die Befestigung der Kugel auf dem Stift mittels einer Konussteckverbindung. Die Befestigung von Kugeln mittels Konussteckverbindungen in der Hüftendoprothese ist einfach zu handhaben und hat sich seit Jahren bewährt. Die Konussteckverbindung erlaubt, zunächst den Stift in den Knochen zu implantieren und dann die Kugel aufzusetzen. Dabei braucht die Kugel, im Gegensatz zu einer Kappe, nicht ausgerichtet zu werden. Der Stift besteht aus einem konusförmigen Zapfen zum Aufstecken der Kugel und einem sich daran anschließenden Verankerungsteil, das in den Knochen implantiert wird.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Kugel eine Ausnehmung auf. Mit dieser Ausnehmung ist die Kugel auf den der Ausnehmung angepaßten Ansatz des Femurkopfes am Oberschenkelhalsknochen aufgesetzt. Die Ausnehmung ist so gestaltet, daß bei Belastungen des Gelenks, insbesondere senkrecht zum Stift, das hineinragende Knochengewebe die Kugel gegen seitliches Verschieben abstützt. Die Scherkräfte auf den Stift werden verringert und so örtliche, einseitige Krafteinwirkungen des Stiftes auf den Knochen vermieden.

Eine einfach herzustellende und wirkungsvolle Form der Ausnehmung ist eine kegelförmige Ausnehmung der Kugel. Entsprechend ist der Ansatz des Femurkopfes am Oberschenkelhalsknochen geprägt. Der Kegelwinkel kann auf die Größe der Kugel, insbesondere ihren Durchmesser, und der zur Verfügung stehenden Knochensubstanz abgestimmt werden, auf der sich die Kugel stützen soll. Er liegt in einem Bereich von 80 bis 170 Grad. Bevorzugt wird ein Bereich von 100 bis 130 Grad. Durch die Spitze des zum Kegel geformten Knochens verläuft das Loch, in das der Stift implantiert wird, mit dem die Kugel auf dem Knochen befestigt wird.

Durch die Auswahl der Größe der Kugel und die Form des Stiftes kann die Prothese optimal auf die Geometrie des wiederherzustellenden Gelenks abgestimmt werden. Der Mittelpunkt der Kugel kann auf der Mittellinie eines geraden Stiftes liegen. Die Symmetrielinie der Kugel in Bezug auf ihre Ausnehmung kann aber auch mit der Mittellinie des in den Knochen eingesetzten Verankerungsteils des Stiftes einen Winkel bis zu 20 Grad einschließen. Diese Abweichung besteht dann auch zwischen der Mittellinie des Zapfens und der Mittellinie des Verankerungsteils des Stiftes.

Zur Erleichterung des Einsetzens und zum Aufbringen einer gewissen Klemmkraft verläuft der in den Knochen eingesetzten Stift zu seinem Ende hin, das der Kugel abgewandt ist, konisch zu.

Bei der Verankerung der Kugel in dem Oberschenkelhalsknochen ist es vorteilhaft, wenn die Länge und der Durchmesser des im Knochen verankerten Stiftes so auf die Abmessung des Knochens abgestimmt sind, daß die Verankerung im wesentlichen im harten Knochengewebe erfolgt.

Durchmesser und Länge des Stiftes müssen deshalb auf das Alter und den Körperbau des Patienten sowie auf das zur Verfügung stehende Knochengewebe abgestimmt werden. Deshalb können die Abmessungen der Stifte bei noch nicht ausgewachsenen Jugendlichen und kleinwüchsigen Patienten hinsichtlich Durchmesser und Länge verschieden sein von den Abmessungen der für Erwachsene mit einem ausgewachsenen Knochenbau und einer kräftigen Statur vorgesehenen.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist weiterhin die Kugel aus einem biokompatiblen Werkstoff gefertigt. Als biokompatible Werkstoffe können alle in der Prothetik anwendbaren Metalle sowie Keramikwerkstoffe bezeichnet werden. Da der Befestigungsstift für die Kugel nicht fest mit dieser Kugel verbunden werden muß, kann die Wahl des Werkstoffes der Kugel auf den jeweiligen Anwendungsfall, insbesondere auf den Werkstoff einer Pfanne, abgestimmt werden.

Als vorteilhaft hat sich die Verwendung von Keramik erwiesen, insbesondere dann, wenn ein Kugelkopf eine implantierte Pfanne als Gelenkpartner hat. Endoprothesen, bei denen Keramik durch Keramik artikuliert wird, haben die geringste Abriebrate. Keramikkugeln werden mit Metallstiften im Knochen verankert, da Keramik und Metall keine Korrosion verursachende Wechselwirkung aufeinander ausüben.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann die Kugel auf ihrer nichtartikulierten Fläche aufgerauht sein. Zusätzlich oder allein kann sie eine osteokonduktive Schicht tragen, beispielsweise aus Hydroxyapatit, die das Einwachsen des Knochens in die Kugel und damit eine besonders gute Verankerung der Kugel auf dem Knochen ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Hüftendoprothese ermöglicht es, daß die Kugel direkt das Acetabulum artikulieren kann, wenn dieses sich noch in einem dazu geeigneten Zustand befindet. Ist allerdings das Acetabulum ebenfalls von Verschleiß oder Krankheit betroffen, so wird entsprechend der Erfindung, nur die Hauptlastfläche des Acetabulums durch eine implantierte Pfanne ersetzt, die dann die Kugel artikuliert. Damit möglichst wenig Knochensubstanz bei der Implantation verlorengeht und beschädigt wird, beschränkt sich die Pfanne auf einen Funktionswinkel zwischen 90 und 170 Grad.

Im Hinblick auf eine lange Lebensdauer der Prothese ist es unter Berücksichtigung des Alters des Patienten und dem Stadium des Verschleißes vorteilhaft, wenn der Werkstoff der durch die Kugel artikulierten Fläche der Pfanne jeweils so auf den Werkstoff der Kugel abgestimmt ist, daß die Werkstoffpaarung tribologisch optimal ist.

Tribologisch möglich sind beispielsweise Paarungen zwischen Kugeln aus Kohalt-Chrom und Pfanneneinsätzen aus Polyäthylen oder zwischen Keramikkugeln und Pfanneneinsätzen aus Polyäthylen. Tribologisch optimal ist eine Paarung von Keramikpfannen mit Keramikköpfen, wie sie bereits aus der Hüftendoprothetik bekannt ist.

Dadurch, daß beim Einsatz der Pfanne der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese in dem Beckenknochen nur die für einen Einsatz unbedingt notwendige Knochensubstanz entnommen wird, ist es von Vorteil, wenn die in den Knochen eingesetzte Oberfläche der Pfanne Elemente zur Erhöhung der Kippstabilität aufweist. Dafür können beispielsweise Stege vorgesehen sein, die sich in senkrechter oder nahezu senkrechter Richtung von der in den Knochen eingesetzten Ebene der Pfanne erheben. Sie werden in entsprechend gefräste Ausnehmung des Hüftknochens eingesetzt.

Wie bei der Kugel, kann auch die Pfanne auf der in den Knochen einzusetzenden Oberfläche aufgerauht sein. Zusätzlich zur Aufrauung oder allein kann sie ebenfalls eine

osteokonduktive Schicht tragen, um das Einwachsen in den Hüftknochen zu erleichtern und zu beschleunigen.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert.

5 Es zeigen:

Fig. 1 eine Pfanne der erfindungsgemäßen Hüftendoprothese aus Keramik, geschnitten,

Fig. 2 eine Kugel als Prothese des Femurkopfes, geschnitten,

10 Fig. 3 eine mittels eines Stiftes im Oberschenkelknochen verankerte Kugel, geschnitten, die eine im Hüftknochen implantierte Pfanne artikuliert, und

15 Fig. 4 eine Prothese mit einer Zusammensetzung von Kugel und Stift als Konussteckverbindung, wobei die Mitte 15 Linie des Stiftes und die Symmetriechse der Kugel einen Winkel von 10 Grad einschließen und die implantierte Kugel direkt das Acetabulum artikuliert.

20 In Fig. 1 ist mit 1 eine Hüftgelenkpfanne bezeichnet. Sie besteht im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Keramik, beispielsweise aus hochreinem Aluminiumoxid. Sie kann aber auch aus einem anderen biokompatiblen Werkstoff wie Metall, beispielsweise Kobalt-Chrom, oder Kunststoff, beispielsweise Polyäthylen, bestehen. Die Auswahl des Werkstoffes richtet sich nach dem Werkstoff des anderen Gelenkpartners, der Prothese des Femurkopfes. Sie wird so getroffen, daß eine tribologisch optimale Werkstoffpaarung vorliegt, beispielsweise Keramikpfanne mit Keramikkopf oder Polyäthylenpfanne mit Keramik oder Metall. Die Pfanne 1 weist eine Ausnehmung, die Funktionsfläche 2, in Form einer Kugelkalotte für die Aufnahme der Prothese des Femurkopfes, eine Kugel, auf. Auf der in den Knochen eingesetzten Oberfläche 3 der Pfanne 1 stehen im vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Elemente, zwei Stege 4 in Form von Kreisbögen, die in entsprechend ausgefrästen Ausnehmungen im Hüftknochen eingesetzt werden, um die Kippstabilität der Pfanne 1 zu erhöhen.

25 Die Oberfläche 3 kann, wie hier in der linken Figurenhälfte dargestellt, aufgerauht sein, wie mit der Bezugsziffer 5 bezeichnet, um ein Einwachsen des Knochengewebes und damit eine bessere Verankerung im Knochen zu ermöglichen. Zusätzlich zu der rauen Oberfläche oder auch ohne eine Aufrauung kann die Oberfläche 3 mit einer hier nicht dargestellten osteokonduktiven Schicht überzogen sein, beispielsweise Hydroxyapatit, die das Einwachsen des Knochengewebes ebenfalls fördert.

30 Der Funktionswinkel 6, der die Funktionsfläche 2 einschließt, liegt mit 100 Grad am unteren Ende des beanspruchten Winkelbereichs.

35 Die in Fig. 2 dargestellte Prothese des Femurkopfes ist eine massive Kugel 7, die im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Keramik, beispielsweise aus hochreinem Aluminiumoxid, besteht. Andere biokompatible Werkstoffe sind ebenfalls möglich, wobei sich deren Auswahl danach richtet, ob die Prothese des Femurkopfes das Acetabulum direkt oder eine Pfanne artikuliert. Im letzteren Fall sollte, wie oben bereits erwähnt, auf eine tribologisch optimale Werkstoffpaarung geachtet werden. Die Form der Femurkopf-Prothese 7 entspricht der der bekannten Kugelkopf-Prothesen. Die Abmessungen der Artikulationsfläche 8 sind den 40 Abmessungen des natürlichen Femurkopfes angeglichen. Die Befestigung auf dem Oberschenkelknochen erfolgt mit einem Stift. Auf diesem Stift ist die Kugel 7 mittels einer Konussteckverbindung befestigt, wie sie aus der Hüftendoprothetik bereits bekannt ist. Zum Aufstecken auf den Stift 45 ist eine leicht konische Bohrung 9 vorgesehen.

45 Die Kugel 7 besitzt eine Ausnehmung 10, die im vorliegenden Fall kegelförmig ist. Sie schließt sich an die Bohrung 9 an und ist symmetrisch zu dieser angeordnet. Die

imaginäre Spitze 12 der Ausnehmung 10 liegt damit auf der Symmetrielinie 11 der Kugel 7. Der Kegelwinkel 12 kann auf die Größe der Kugel, insbesondere ihren Durchmesser, und der zur Verfügung stehenden Knochensubstanz abgestimmt werden, auf der sich die Kugel aufstützen soll. Er liegt in einem Bereich von 80 bis 170 Grad. Bevorzugt wird ein Bereich von 100 bis 130 Grad.

Um eine optimale Verbindung zwischen der Kugel 7 und dem Knochengewebe zu erreichen, kann die Oberfläche der Ausnehmung 10, vergleichbar mit der Oberfläche der Pfanne 1, die im Knochengewebe verankert wird, eine Aufrauung 14 und zusätzlich oder anstelle der Aufrauung eine hier nicht dargestellte osteokonduktive Schicht tragen.

Fig. 3 zeigt eine mittels eines Stiftes im Oberschenkelhalsknochen verankerte Kugel, die mit einer im Hüftknochen 15 implantierten Pfanne 1 artikuliert. Wie das folgende Ausführungsbeispiel zeigt, wird gegenüber einer Totalresektion des Oberschenkelhalses nur der Femurkopf bis auf seinen kegelförmig geprästen Ansatz entfernt. Die Verankerung erfolgt mittels eines Stiftes, der in das harte Gewebe des Oberschenkelhalsknochens gebettet ist. Die Bohrung und der Stift können den Oberschenkelhalsknochen auch vollständig durchdringen. Sollte aufgrund von Knochenrückbildung oder fortschreitender krankhafter Veränderungen des Knochens eine erneute Operation erforderlich sein, steht zumindest für die herkömmliche Prothetik mit einem in den Oberschenkelknochen eingesetzten Schaft genügend Knochenmaterial zur Verfügung.

Wie aus der Fig. 3 ersichtlich ist, ist am Oberschenkelknochen 16 der Femurkopf in Höhe seines Ansatzes am Oberschenkelhals 17 abgetrennt worden. Durch die Spitze 19 der kegelförmig geprästen Knochenkontur 18 ist, zentral zu ihrer Mittellinie 20, eine leicht konisch verlaufende Bohrung 21 in den Oberschenkelhalsknochen 17 eingebracht. In ihr ist ein Stift 22 implantiert, dessen konisch verjüngtes Verankerungsteil 23 in der Bohrung 21 steckt. Das aus dem Knochen herausragende Ende des Stiftes 22 ist ein konischer Zapfen 24, auf dem die Kugel 7 mit ihrer Bohrung 9 aufgesetzt ist.

Bei der Implantation der Femurkopf-Prothese wird zunächst der Verankerungsteil 23 des Stiftes 22 in die Bohrung 21 eingebracht. Aufgrund seiner Konizität erfolgt ein Klemmsitz im Knochen. Danach wird die Kugel 7 mit ihrer konischen Bohrung 9 auf den Zapfen 24 aufgesetzt und durch leichte Schläge auf die Kugel ein Klemmsitz mit dem Zapfen 24 erreicht. Dabei stützt sich die Fläche der Ausnehmung 10 auf den kegelförmig geprästen Stumpf 18 des Oberschenkelhalses 17. Insbesondere bei den Belastungsfällen, bei denen die Krafteinwirkung auf die Kugel 7 im wesentlichen senkrecht zur Mittellinie 20 des Stiftes 22 verläuft, erfolgt eine bessere Krafteinleitung in den Knochen, als wenn die Kugel und der Knochen in einer Ebene senkrecht zur Mittellinie des Stiftes aufeinander treffen.

In Fig. 4 ist eine Prothese eines Femurkopfes dargestellt, bei der die Femurkopf-Prothese, die Kugel, direkt das Accabulum 26 artikuliert. Die Mittellinie 120 des Stiftes 122 und die Symmetrielinie 11 der Kugel 7 schließen einen Winkel von 10 Grad ein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht die Kugel 7 der in den Fig. 2 und 3 dargestellten Kugel. Der im Oberschenkelhalsknochen 17 implantierte Stift 122 weicht allerdings in seiner Formgebung von dem Stift 22 der Fig. 3 ab. Die Mittellinie 120 des konisch verlaufenden Verankerungsteils 123 bildet mit der Symmetrielinie 11 der Kugel 7 einen Winkel von 10 Grad. Die Mittellinie des Zapfens 124, der die Kugel 7 trägt, fällt mit der Symmetrielinie 11 der Kugel zusammen.

Der Werkstoff des Stiftes besteht aus einem hochfesten, biokompatiblen Metall, wie beispielsweise einer Titanlegie-

rung oder einer Legierung aus Kobalt, Chrom und Molybdän. Wie bei den in der Hüftendoprothetik bekannten Schäften, die in den Oberschenkelknochen selbst eingesetzt werden, kann auch der Verankerungsteil 123 des Stiftes aufgerauht und/oder mit einer osteokonduktiven Schicht versehen sein, um ein besseres Einwachsen in den Knochen zu ermöglichen.

#### Patentansprüche

1. Hüftendoprothese, in der mindestens die Artikulationsfläche des Femurkopfes durch eine kugelförmige Prothese ersetzt ist, wobei sich die Prothese außerhalb ihrer Artikulationsfläche auf dem Oberschenkelhalsknochen abstützt, dadurch gekennzeichnet, daß der Femurkopf im wesentlichen durch einen künstlichen Kopf in Form einer massiven, vollständig aus demselben, biokompatiblen Werkstoff bestehenden Kugel (7) ersetzt ist, daß die Abmessungen der Kugel (7) den Abmessungen der Artikulationsfläche des natürlichen Femurkopfes angeglichen sind und daß die Kugel (7) mittels eines Stiftes (22; 122) im Oberschenkelhalsknochen (17) verankert ist.
2. Hüftendoprothese nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift (22; 122) aus einem Zapfen (24; 124) zum Aufstecken der Kugel (7) und einem Verankerungsteil (23; 123) zur Verankerung im Oberschenkelhalsknochen (17) besteht und daß die Kugel (7) mittels einer Konussteckverbindung (9, 24) auf dem Stift (22; 122) befestigt ist.
3. Hüftendoprothese nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) eine Ausnehmung (10) aufweist und daß die Kugel (7) mit ihrer Ausnehmung (10) auf den der Ausnehmung angepaßten Knochen (18) des Oberschenkelhalses (17) aufgesetzt ist.
4. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (10) in der Kugel (7) kegelförmig ist.
5. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (10) in der Kugel (7) einen Kegelwinkel (13) von 80 bis 170 Grad, vorzugsweise von 100 bis 130 Grad, einschließt.
6. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 5, daß die Symmetrielinie (11) der Kugel (7) und die Mittellinie (20) des Stiftes (22) zusammenfallen.
7. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Symmetrielinie (11) der Kugel (7) und die Mittellinie (120) des Verankerungsteils (123) des Stiftes (122) einen Winkel bis zu 20 Grad einschließen.
8. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Verankerungsteil (23; 123) des Stiftes (22; 122) konisch verjüngt.
9. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessungen des Stiftes (22; 122) so auf die Abmessungen des Knochens (17) abgestimmt sind und daß die Verankerung im wesentlichen im harten Knochengewebe erfolgt.
10. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 9, daß die Kugel (7) aus einem biokompatiblen Werkstoff gefertigt ist.
11. Hüftendoprothese nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff der Kugel (7) Keramik ist.
12. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) auf ihrer nicht artikulierten Fläche (10) aufgerauht (14) ist.

13. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) auf ihrer nicht artikulierten Fläche (10) eine osteokonduktive Schicht trägt. 5

14. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kugel (7) direkt das Acetabulum (26) artikuliert. 10

15. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptlastfläche des Acetabulum durch eine implantierte Pfanne (1) ersetzt ist, die die Kugel (7) artikuliert. 15

16. Hüftendoprothese nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Pfanne (1) einen Funktionswinkel (6) von 90 bis 170 Grad aufweist. 20

17. Hüftendoprothese nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff der durch die Kugel (7) artikulierten Funktionsfläche (2) der Pfanne (1) jeweils so auf den Werkstoff der Kugel (7) abgestimmt ist, daß die Werkstoffpaarung tribologisch optimal ist. 25

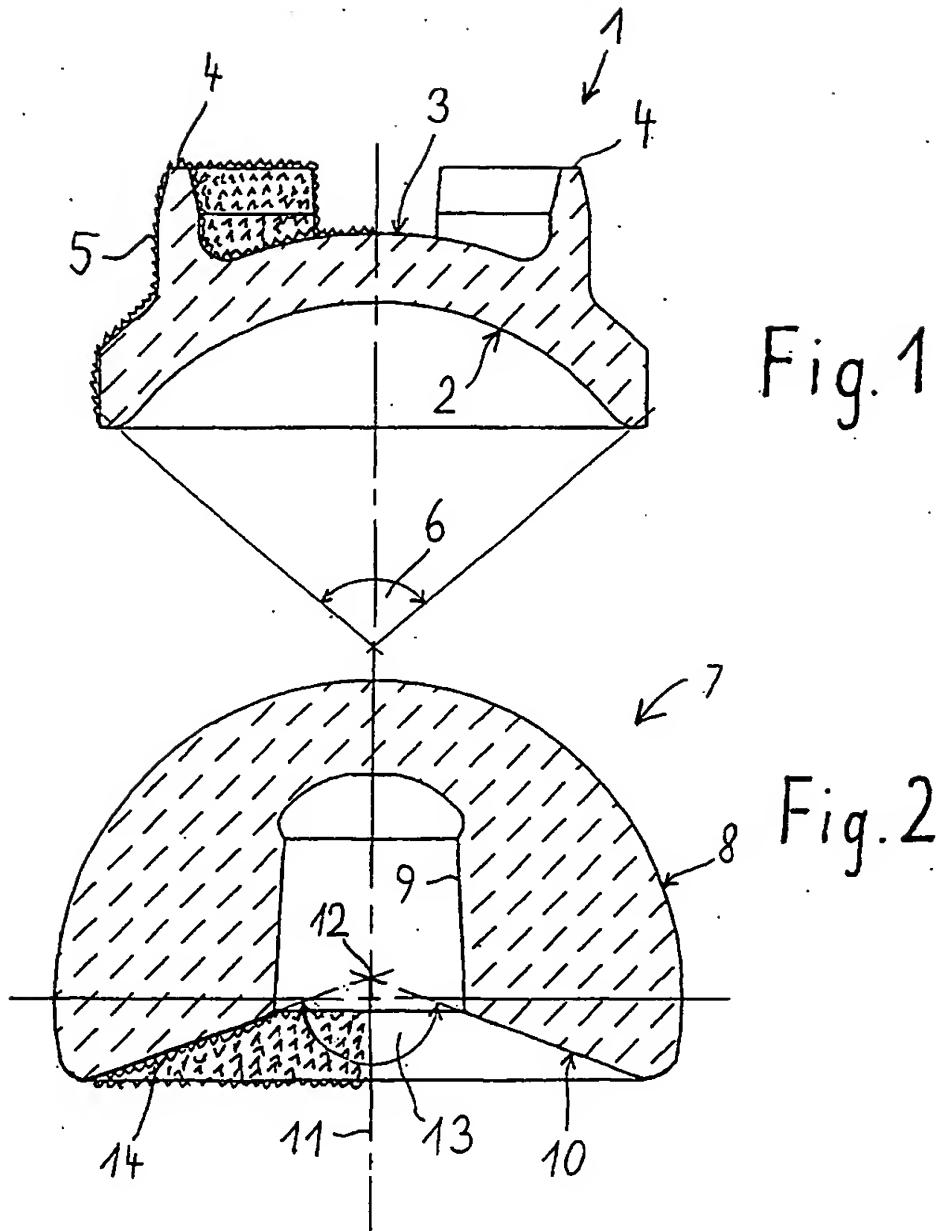
18. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) Elemente (4) zur Erhöhung der Kippstabilität aufweist. 30

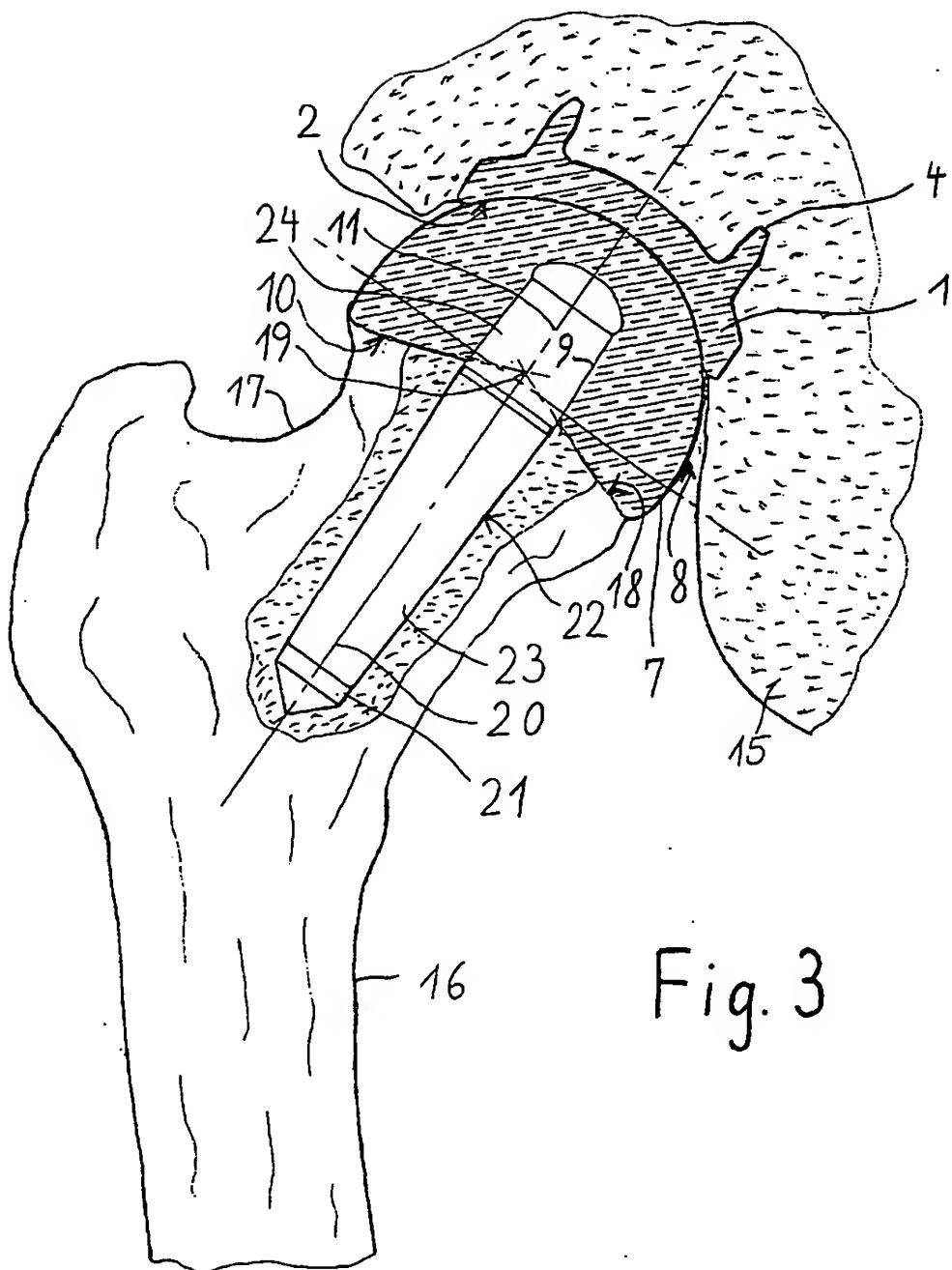
19. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) aufgerauht (5) ist. 35

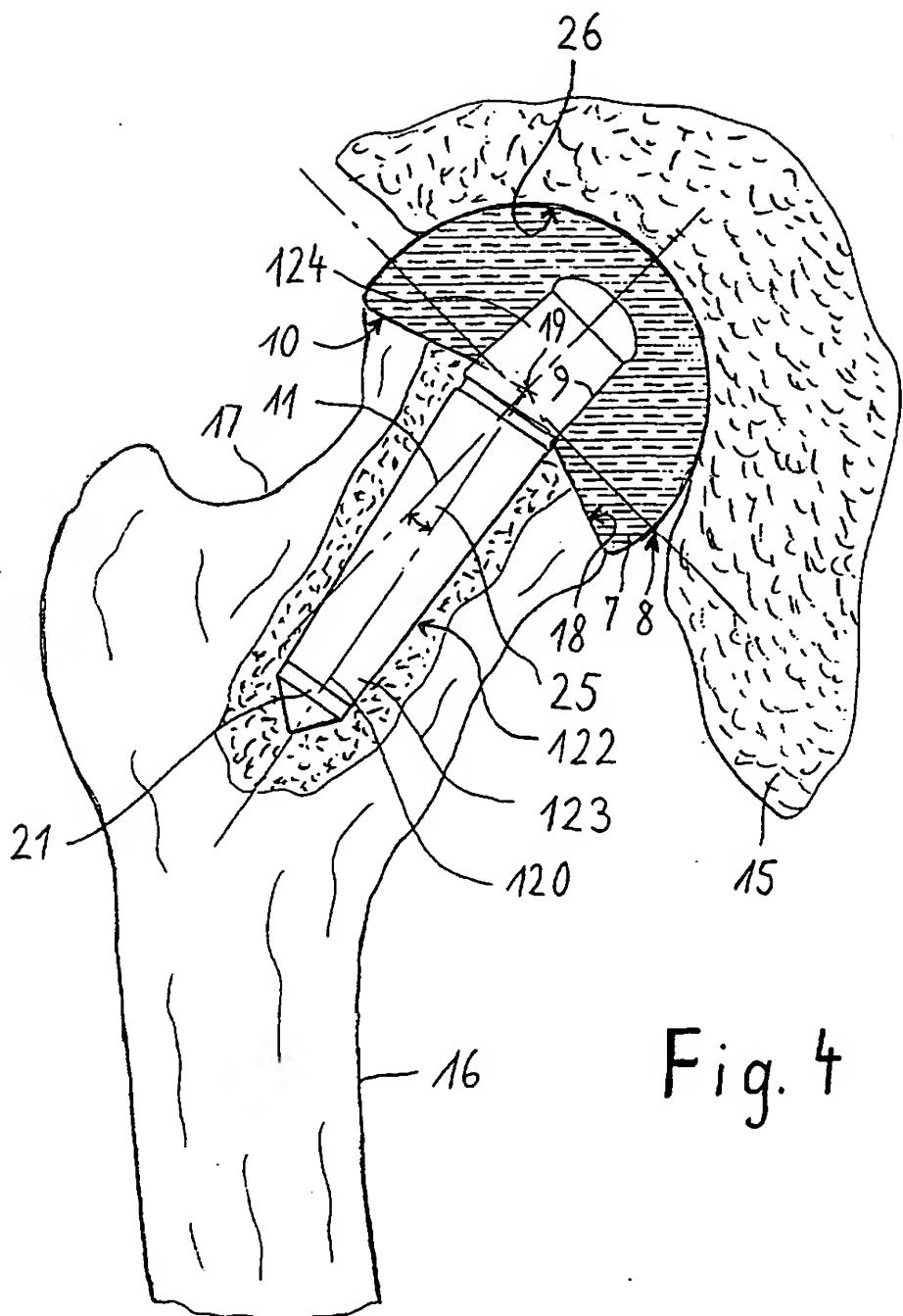
20. Hüftendoprothese nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Hüftknochen (15) eingesetzte Oberfläche (3) der Pfanne (1) eine osteokonduktive Schicht trägt.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**